

EFFECTO Y DISTRIBUCION DEL BORO EN LA CEBADA GERMINADA EN CULTIVO HIDROPONICO

Marilena Lefter , Margarita Armada , Luisa González

Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Salta - Consejo de Investigación,
Universidad Nacional de Salta
email:lefterm@unsa.edu.ar

RESUMEN

Controlar el contenido de Boro en alimentos crudos y procesados por su alto riesgo como tóxico es preocupación permanente para los organismos oficiales, para los sectores de la producción, industrialización y de consumo. Se estudio el efecto del Boro sobre muestras de plantas de cebada germinadas y desarrolladas durante 30 días mediante cultivo hidropónico con soluciones de concentración 0,1ppm; 0,5ppm; 1ppm y 5ppm en Boro. Paralelamente se realizo un ensayo patrón con agua. La producción de biomasa foliar en el cultivo sometido a tratamiento con Boro es similar al cultivo control.

Los resultados se refieren al primer ensayo de germinación con agregado de Boro y la incidencia del elemento es importante para elegir el tipo de suelo así como el agua de riego ya que una zona extensa en Salta presenta un alto contenido de Boro en aguas de riego.

El efecto del Boro en cultivo de cebada, permite el uso de este cultivo en suelos contaminados sin afectar el rendimiento de la planta y su calidad nutricional.

1 INTRODUCCIÓN

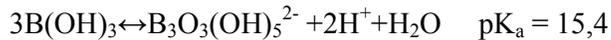
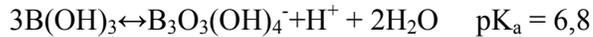
El Boro (B) es uno de los micro nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (Apóstol y Zwiazek 2004). Existen evidencias sobre la importancia de este elemento en:

- La division celular.
- La síntesis de proteínas y transporte de azucars
- La estabilización de una carga electrostática positiva en la membrana plasmática.

Existe un requerimiento mínimo para plantas así como existe un nivel máximo de tolerancia y dado que el rango entre deficiencia y exceso es pequeño tal como lo indica la figura N° 1, el manejo de Boro como micro nutriente es muy exigente

El suelo actúa como sumidero temporal o permanente para toda sustancia química que llega a su superficie y debido a las características del suelo puede: degradar el suelo, quedar unido a la materia orgánica y partículas minerales del suelo ó llegar a aguas superficiales y subterráneas. La absorción del Boro juega un papel importante en la determinación de la cantidad de Boro disponible para la absorción por las plantas. El Boro asimilable que consiste sobre todo en ácido bórico $B(OH)_3$ es muy pequeño entre 0,1 y 3 ppm. El Boro total, entre 2 y 200 ppm principalmente depende del tipo de suelo (Bolaños y col. 2004).

La fijación del Boro se produce como aniones provenientes de las siguientes reacciones



El pH del suelo determina si el B se encuentra como H_3BO_3 ó como $\text{B}(\text{OH})_4^-$ según la Tabla 1

Los principales lugares inorgánicos de absorción del Boro son: los hidróxidos de Fe y Al, los óxidos de Fe y Al, los minerales arcillosos. Los mecanismos de adsorción son:

- Un cambio de iones boratados con iones oxhidrilos de los hidróxidos de Fe y Al.
- La formación de un complejo borato-diol.

La toxicidad con Boro es un importante desorden nutricional que puede limitar el desarrollo de las plantas y la productividad en zonas áridas y semiáridas.

La toxicidad con Boro se puede producir en las siguientes condiciones: a.) suelos con un contenido alto en Boro; b) suelo con un exceso de fertilizantes que contienen Boro; c) suelos usados como deposito de residuos con Boro; d) suelos que reciben agua de riego con alto contenido de Boro. Las concentraciones de Boro en agua de riego menores a 0,70 ppm suelen ser beneficiosas para la mayoría de las plantas, sin embargo los valores comprendidos entre 1,0 ppm y 4,0 ppm producen necrosis celular, siendo inadecuadas para las plantas.

Los cultivos pueden clasificarse atendiendo a la concentración máxima permitida de Boro en el agua de riego, en tres categorías por orden de tolerancia (Papadakis y col. 2004):

- Cultivos sensibles (0,30-1,00 ppm)
- Cultivos semitolerantes (1,00-2,05 ppm)
- Cultivos tolerantes (2,05-4,00 ppm)

La absorción del Boro por las plantas esta muy relacionada con el pH y la concentración de este micro nutriente en la solución del suelo.

El exceso como la deficiencia del Boro, afecta todo el proceso de crecimiento meristemático en las plantas Carpena y col. 2000) (Pillay y col. 2005).

Las aguas de riego contaminadas con Boro por los vertidos industriales afecta los cultivos masivos de tabaco y los cultivos de duraznos ensayados como cultivos alternativos por INTA en la zona del valle de Lerma en Salta.

La cebada es un cultivo tolerante, presencia de Boro no afecta el rendimiento de cultivo y no se acumula en las semillas.

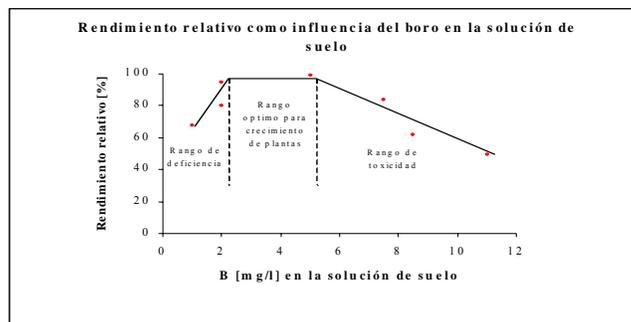


Fig.1: Deficiencia y toxicidad del Boro en el suelo

Tabla N° 1: Especies de Boro disponibles en el suelo.

pH	$B(OH)_4^-$	$B(OH)_3$
4,5	0,002	99,998
5,5	0,020	99,980
7,0	0,631	99,369
8,0	6,310	93,690

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevo a cabo mediante un ensayo de germinación en cinco grupos de tres macetas de plástico conteniendo 200 semillas de cebada por maceta; un grupo de macetas con riego común, agua y cuatro grupos de macetas con agregado de Boro en forma soluble como soluciones de concentración 0,1ppm, M1; 0,5ppm, M2; 1 ppm M3 y 5 ppm, M4.

Se aseguró la nutrición adecuada de las plantas agregando una solución compuesta por los nutrientes detallados en la tabla 2.

Se agregaron las soluciones con Boro soluble a los cinco grupos de macetas en el agua de riego según indica la tabla:3

El peso de las macetas fue controlado diariamente para reponer el agua evaporada y mantener la concentración de Boro constante durante la germinación y crecimiento de las plantas.

Se contaron las semillas germinadas cada día y se tomaron las medidas de las plantas para comparar el desarrollo de estas en función de la concentración de Boro. El ensayo duro 30 días, el material vegetal se lavo y seco en estufa a 60°C durante 5 días, se mineralizó con $HNO_3 + HClO_4(5:1)$ (Iorio et al.,1992). La determinación de Boro en la raíz y en la parte aérea de las plantas de cebada, fue realizada por espectrofotometría UV-Visible por el método de la azomethina H.

Se determinó el contenido de pigmentos de fotosíntesis clorofila a y b y carotenoides por espectrofotometría.

Tabla 2: Dosis de nutrientes

Nutrientes	mg/maceta	kg/ha
NH_4NO_3	177	200
KNO_3	75	250
$Ca(NO_3)_2$	400	500
$Ca_3(PO_4)_2$	208	250
$MgCO_3$	250	300
Na_2SO_4	83	100
$MnSO_4$	5	6
$ZnSO_4$	18	20
$CuSO_4$	3	3,50

Tabla 3: Dosis en las macetas con el tratamiento de Boro

Boro	Control	M1	M2	M3	M4
Na ₂ B ₄ O ₇	0	0,1 ppm	0,5 ppm	1 ppm	5 ppm
ml/maceta	0	1000	1000	1000	1000
mg/maceta	0	0,1	0,5	1	5
Kg/Ha	0	37,26	3,72	0,37	0,037

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución del Boro en las distintas partes de la planta indica una relación directa con el contenido de Boro en el fertilizante como se observa en la tabla 4.

No se observó necrosis en ninguna parte de las plantas analizadas durante los primeros 30 días hecho que supone que se encuentra bajo los límites de toxicidad. La necrosis en hojas aparece luego de 30 días y confirma que la acumulación de Boro es mayor en las hojas que en tallos.

El contenido de pigmentos clorofilas y carotenoides según tabla 5 no indican una variación con la concentración del Boro en el fertilizante. La presencia de Boro no altera la concentración de macro nutrientes y la absorción de CO₂.

En la tabla 6 se puede observar la relación entre número de semillas germinadas y las medidas de las plantas de cebada durante los 30 días de su desarrollo en este ensayo de germinación y la concentración de Boro en la solución de nutrientes.

Tabla 4: Distribución de Boro en plantas(μg/g)

Boro	Control	M1	M2	M3	M4
raíz	0	14	14	14	18
tallo	0	28	28	28	31
hojas	0	26	26	27	27
total	0	68	68	69	76

Tabla 5: Contenido de pigmentos de fotosíntesis (unidades ASTA)

Pigmento	Control	M1	M2	M3	M4
clorofila a	350,60	346,20	340,80	340,6	340,6
clorofila b	195,30	185,30	185,20	185,3	185,3
carotenoides	19,30	19,30	19,20	19,3	19,3

Tabla 6: Relación entre número de semillas germinadas y concentración de Boro

	Promedio semillas germinadas	Promedio Medidas plantas (cm)
control	7	6
M1	28	10
M2	27	12
M3	30	15
M4	37	18

4. CONCLUSIONES

Este primer ensayo cualitativo indica la necesidad de un estudio mas profundo.

La germinación es evidentemente favorecida por la concentración mas alta de boro en la solución de nutrientes, al igual que el desarrollo de las plantas durante las primeras 30 días de crecimiento de las plantas. A partir de este momento comienza la necrosis en las hojas en plantas sometidas a concentración mas alta de Boro de 5 ppm.

La concentración de este micronutriente en la solución del suelo o en agua de riego favorece la germinación debido a la función que cumple el boro en la célula.

5. BIBLIOGRAFIA

- Apóstol G. K., Zwiazek J.J (2004) Boron and water uptake in jack pine (*Pinus Banksiana*) seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 51(2)145-153.
- Bolaños L., Lukaszewski K., Bonilla I., Blevins D. (2004) Why Boron. *Plant Physiology and Biochemistry* 42 (11) 907-912.
- Carpena R.O., Esteban E., Sarro M.J. Peñaloza J. Garate A. Lucena J.J., Zornosa P. (2000), Boron and Calcium distribution in nitrogen fixing pea plants. *Plant Science* 151 (2) 163-170 .
- Papadakis I.E. Dimassi K.N. Bosabalidis A.M. Therios I.N. Patakas A. Giannakoula A. (2004), Effects of B excess on some physiological and anatomical parameters of Novelina orange plants grafted on two rootstocks. *Environmental and Experimental Botany* 51 (3) 247-257.
- Pillay A.E., Williams J.R., El Mardi M.O. Hassan S.M., Al Hamdi A. (2005). Boron and the alternate-bearing phenomena in the date palm (*Phoenix dactylifera*). *Journal of the Arid Environments* 62 (2) 199-2007.